

**LAP LASER BEAM WELDING METHOD OF PLATED STEEL PLATE**

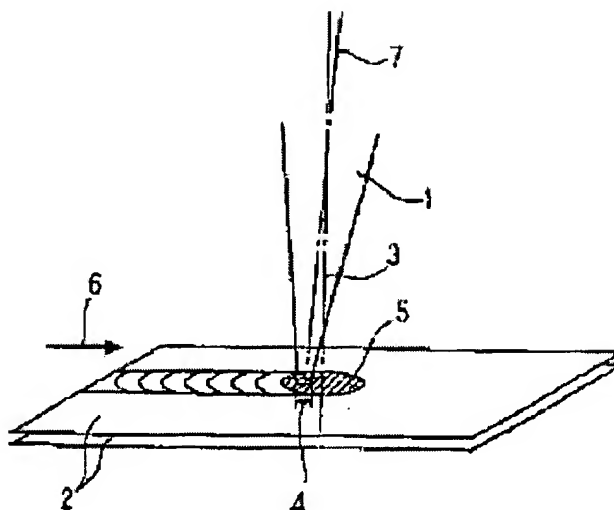
**Patent number:** JP10071480  
**Publication date:** 1998-03-17  
**Inventor:** KONDO MASATSUNE; CHIGIRI YOSHIAKI; OBARA  
MASAHIRO; MIYAZAKI YASUNOBU  
**Applicant:** NIPPON STEEL CORP; TOYOTA MOTOR CORP  
**Classification:**  
- **international:** (IPC1-7): B23K26/00; B23K26/08  
- **european:**  
**Application number:** JP19960244041 19960828  
**Priority number(s):** JP19960244041 19960828

Report a data error here

BEST AVAILABLE COPY

**Abstract of JP10071480**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reduce defect such as generation of strength lowering, difficulty in arranging a fixed clearance between steel plates with good reproducibility, etc., in the lap laser beam welding of plated steel plates. **SOLUTION:** A laser beam is condensed on stacked plated steel plates 2, welding is conducted while scanning the optical axis 7 of a laser beam 1 in two dimensional locus and traveling one after another welding parts, the scanning width is set to a condensing spot diameter 4 of the laser beam of  $\geq 2$  holds to  $\leq 10$  holds for all directions around a reference axis 3 of the optical axis 7 of the laser beam. In the case scanning pattern is circular or elliptical movement, overlapping of locus of the optical axis 7 of the laser beam on steel plate is restricted in a fixed range.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-71480

(43)公開日 平成10年(1998) 3月17日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 K 26/00	3 1 0		B 2 3 K 26/00	3 1 0 G
				3 1 0 S
26/08			26/08	B

審査請求 未請求 請求項の数 6 F D (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平8-244041

(22)出願日 平成 8 年(1996) 8 月28日

(71)出願人 000006855

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町 2 丁目 6 番 3 号

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地

(72)発明者 近藤 正恒

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 地切 義昭

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

(74)代理人 弁理士 萩原 康弘

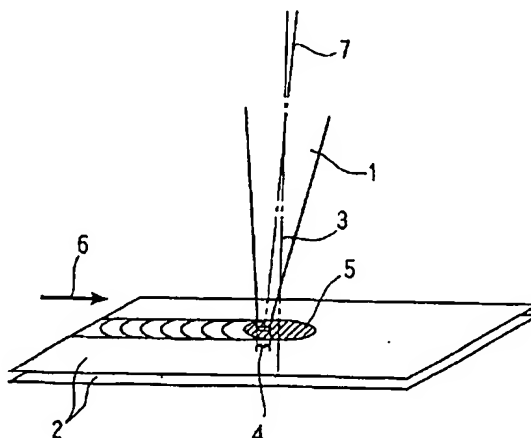
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 めっき鋼板の重ねレーザー溶接方法

(57)【要約】

【課題】 従来の技術では困難であった、めっき鋼板の重ねレーザー溶接での欠陥低減を目的とする。

【解決手段】 レーザビームを重ね合わせためっき鋼板上に集光させ、レーザービームの光軸を2次元の軌跡の走査を行ないつつ溶接箇所を順次移動して溶接を行ない、かつ、前記走査の幅は前記レーザービームの光軸の基準軸を中心とするすべての方向に対して、前記レーザービームの集光スポット直径の0.2倍以上、1.0倍以下とする。走査パターンが円または楕円運動の場合、鋼板上でのレーザービームの光軸の軌跡の重なりを一定範囲内にとどめる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 めっき鋼板の重ねレーザー溶接方法において、レーザービームを重ね合わせためっき鋼板上に集光させ、レーザービームの光軸を2次元の軌跡の走査を行ないつつ溶接箇所を順次移動して溶接を行ない、かつ、前記走査の幅は前記レーザービームの光軸の基準軸を中心とするすべての方向に対して、前記レーザービームの集光スポット直径の0.2倍以上、10倍以下であることを特徴とするめっき鋼板の重ねレーザー溶接方法。

【請求項2】 レーザービームの光軸の走査を、基準軸を中心とする円運動とすることを特徴とする請求項1記載のめっき鋼板の重ねレーザー溶接方法。

【請求項3】 基準軸を中心とするレーザービームの光軸の円運動を、下記式(a)を満足する半径R、周波数 $\nu$ で行うことを特徴とする請求項2記載のめっき鋼板の重ねレーザー溶接方法。

$$0 < \alpha \leq 5 \quad \dots \dots (a)$$

$$\text{ただし、} \alpha = (1 - \beta^2)^{0.5} / (\pi \beta) + (\sin^{-1}(\beta)) / \pi - 1/2$$

$$\text{ここで、} \beta = V_0 / (2\pi \nu R)$$

$V_0$  : 基準軸に対するめっき鋼板の相対移動の速度

$\nu$  : 基準軸に対する光軸の円運動の周波数

R : 基準軸に対する光軸の円運動の半径

$\pi$  : 円周率

【請求項4】 レーザービームの光軸の走査を、基準軸に対するめっき鋼板の移動方向に長軸を持ち直角方向に短軸を持ちかつこれら長軸と短軸の交点を基準軸とする楕円運動とし、かつ短径が長径の0.2倍以上であることを特徴とする請求項1記載のめっき鋼板の重ねレーザー溶接方法。

【請求項5】 基準軸を長軸と短軸の交点とするレーザービームの光軸の楕円運動を、下記式(a)を満足する長径 $2R_L$ 、周波数 $\nu$ で行うことを特徴とする請求項4記載のめっき鋼板の重ねレーザー溶接方法。

$$0 < \alpha \leq 5 \quad \dots \dots (a)$$

$$\text{ただし、} \alpha = (1 - \beta^2)^{0.5} / (\pi \beta) + (\sin^{-1}(\beta)) / \pi - 1/2$$

$$\text{ここで、} \beta = V_0 / (2\pi \nu R)$$

$V_0$  : 基準軸に対するめっき鋼板の相対移動の速度

$\nu$  : 基準軸に対する光軸の円運動の周波数

$2R_L$  : 基準軸に対する光軸の楕円運動の長径

$\pi$  : 円周率

【請求項6】 レーザービームの光軸の走査を、めっき鋼板の移動方向を8の字の横方向とし、8の字の中心を基準軸とする8の字運動とすることを特徴とする請求項1記載のめっき鋼板の重ねレーザー溶接方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は自動車および自動車部品、家電製品、産業機器などの製造において、鋼板に

耐食性をもたせるためにめっきを施された鋼板の、重ねレーザー溶接を行う方法に関する。ここでめっき金属としては、例えば、鉛、アルミニウム、亜鉛、すず、クロムがある。

## 【0002】

【従来の技術】一般にめっきを施された鋼板を密着させて重ね、熔融溶接を行うと、めっき金属の蒸気のためにビットが生じたり、溶接金属中に気泡が生じたりして、安定して良好な溶接部品質を確保することは困難である。これは、レーザー溶接においても例外ではない。このためめっき鋼板の重ね溶接では、鋼板間に隙間を設けて、めっき金属及びその蒸気が溶接金属中に混入しないような方法が採られる。例えば、特開昭61-27189では、鋼板間に隙間を設ける方法として、塑性加工により亜鉛めっき鋼板間に空隙を設ける方法が開示されている。

【0003】また、レーザービームをパルス状に照射して、めっき鋼板の欠陥のない重ね溶接を行う方法も考えられている。例えば、特公平5-50278において開示されている方法は、間欠したレーザー光をステップ状に変化するように波形制御を加え、めっき鋼板の良好な重ねレーザー溶接部を得ようとするものである。

【0004】一方、レーザービームを一定の基準軸に対し振動させながら、ワークを基準軸に対して振動方向と直角方向に相対的に駆動する、ビームの振動法が用いられることがある。例えば、特公昭54-101596に記載されている方法は、加工線と直角な方向にレーザービームを振動させることで、振動方向に沿った温度勾配を緩やかとし、突合せ溶接を良好に行うものである。

【0005】さらに、レーザー光を回転させる方法も試みられている。例えば、特公昭54-116356に開示されているものでは、突合せレーザー溶接において、突合せギャップの裕度を広げることができるとされている。また、板厚の違う2枚の鋼板の突合せ溶接にも用いられている。しかし、振動や回転方法が従来、めっき鋼板の重ね溶接に適用されることはなかった。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】鋼板間に空隙を設ける方法では、鋼板間に一定の隙間を再現性良く連続して設けることは難しく、隙間が広くなりすぎて熔融金属が不足し、溶接ビードが凹形状となって強度不足が生じたり、部分的に隙間が無くなって溶接欠陥が残ったりと実用上課題が多いものである。また、レーザー光をパルス状に照射する方法では、種々のめっき種・めっき厚に対して再現性が悪く、広く一般に用いられることはなかった。そこで本発明は、めっき鋼板の重ねレーザー溶接を簡便かつ良好に行う方法を提供することを目的としている。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は前記課題を解決

するものであって、めっき鋼板の重ねレーザー溶接方法において、レーザービームを重ね合わせためっき鋼板上に集光させ、レーザービームの光軸を2次元の軌跡の走査を行ないつつ溶接箇所を順次移動して溶接を行ない、かつ、前記走査の幅は前記レーザービームの光軸の基準軸を中心とするすべての方向に対して、前記レーザービームの集光スポット直径4の0.2倍以上、10倍以下であることを特徴とするめっき鋼板の重ねレーザー溶接方法である。さらにレーザービームの光軸の走査を、基準軸を中心とする円運動とすること、基準軸を中心とするレーザービームの光軸の円運動を、下記式(a)を満足する半径R、周波数 $\nu$ で行うことも特徴とする。

$$0 < \alpha \leq 5 \quad \dots\dots (a)$$

$$\text{ただし、} \alpha = (1 - \beta^2)^{0.5} / (\pi \beta) + (\sin^{-1}(\beta)) / \pi - 1/2$$

$$\text{ここで、} \beta = V_0 / (2\pi \nu R)$$

$V_0$  : 基準軸に対するめっき鋼板の相対移動の速度

$\nu$  : 基準軸に対する光軸の円運動の周波数

R : 基準軸に対する光軸の円運動の半径

$\pi$  : 円周率

【0008】また、レーザービームの光軸の走査を、基準軸に対するめっき鋼板の移動方向に長軸を持ち直角方向に短軸を持ちかつこれら長軸と短軸の交点を基準軸とする楕円運動とし、かつ短径が長径の0.2倍以上であること、基準軸を長軸と短軸の交点とするレーザービームの光軸の楕円運動を、下記式(a)を満足する長径 $2R_L$ 、周波数 $\nu$ で行うことも特徴とする。

$$0 < \alpha \leq 5 \quad \dots\dots (a)$$

$$\text{ただし、} \alpha = (1 - \beta^2)^{0.5} / (\pi \beta) + (\sin^{-1}(\beta)) / \pi - 1/2$$

$$\text{ここで、} \beta = V_0 / (2\pi \nu R)$$

$V_0$  : 基準軸に対するめっき鋼板の相対移動の速度

$\nu$  : 基準軸に対する光軸の円運動の周波数

$2R_L$  : 基準軸に対する光軸の楕円運動の長径

$\pi$  : 円周率

【0009】またさらに、レーザービームの光軸の走査を、めっき鋼板の移動方向を8の字の横方向とし、8の字の中心を基準軸とする8の字運動とすることも特徴とする。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明はめっき鋼板の重ね溶接において、レーザービームを一定範囲内に走査しつつ溶接を行う。図1はレーザービームの走査範囲の説明図であるが、この図で見るように、レーザービーム1を重ね合わせためっき鋼板2上に集光させ、かつ前記レーザービームの光軸7を、一定の走査範囲5、すなわち基準軸3を中心とするすべての方向に対して、前記レーザービームの集光スポット直径4の0.2倍以上、10倍以下の幅で走査し、レーザー溶接を行うものである。このようにレーザービームを走査することにより、欠陥を含んで凝固始めて

いる部位に再度レーザー光を照射し、凝固を遅らせ、また攪拌して欠陥を抑制できることを見いだした。

【0011】レーザービームの走査は、例えばレーザービームの光路中のベンドミラーを駆動するなどの手段により、2次元の軌跡の走査例えば溶接進行方向およびこれに直角な方向への2つの走査を組み合わせて行う。この時それぞれの走査パターンには、例えば単振動(横軸に時間をとって表せば正弦波)または等速往復運動(横軸に時間をとって表せば三角波)がある。走査の基準軸3は、走査範囲の大きさを0とした時に、機器構成上定まるレーザービームの光軸のことである。

【0012】さらに、レーザービームの集光スポット径4は、 $1/e^2$ 強度で定義される集光位置でのレーザービームの平均直径とする。また、焦点距離、焦点位置、レーザー出力およびレーザー光の走査基準軸とめっき鋼板の相対運動の速度は、ビームを走査しない場合に、溶接しようとするめっき鋼板と同厚の裸鋼板が良好に重ね溶接ができる条件を目安とする。

【0013】走査範囲をスポット径の0.2倍以上、10倍以下としたのは、この範囲内において良好な溶接部を確保することができるからである。すなわち、0.2倍未満では、攪拌できず溶接欠陥の低減効果が認められず、10倍を超えると入熱が過大となって溶け落ちが生じやすくなる。基準軸に対するレーザービームの光軸の走査範囲の外周が円でない種々の走査パターンに対し、走査径は基準軸を中心とするすべての方向に対する最大走査幅と最小走査幅をもって定義する。すなわち、最大走査幅は、集光スポット径の10倍以下とし、最小走査幅は集光スポット径の0.2倍以上とする。

【0014】ここで上記のレーザービーム光軸の走査の一つの典型的なパターンとして基準軸を中心とする円運動をするものがある。円運動は、溶接線方向及びこれに直角方向へのレーザービームの走査を同周期で位相が90度ずれた単振動、すなわち横軸に時間をとって表せば正弦波とすることによって実現することができる。

【0015】さらにこの場合望ましくは、基準軸3中心とするレーザービームの光軸の円運動を、下記式(a)を満足する半径R、周波数 $\nu$ で行う。

$$0 < \alpha \leq 5 \quad \dots\dots (a)$$

$$\text{ただし、} \alpha = (1 - \beta^2)^{0.5} / (\pi \beta) + (\sin^{-1}(\beta)) / \pi - 1/2 \quad \dots\dots (b)$$

$$\text{ここで、} \beta = V_0 / (2\pi \nu R)$$

$V_0$  : 基準軸に対するめっき鋼板の相対移動の速度

$\nu$  : 基準軸に対する光軸の円運動の周波数

R : 基準軸に対する光軸の円運動の半径

$\pi$  : 円周率

【0016】ここで、パラメータ $\alpha$ は一般に、レーザービームの光軸の軌跡の重なり程度を表しており、図2において $\alpha = (BD) / (D'D)$ で定義する。なお図2は溶接速度3m/min、ビームの走査を直径0.5m

m、周波数100Hzの円運動としたときの軌跡を示している。ただし、点B、D、およびD'は、基準軸に対するレーザビームの走査と基準軸と鋼板の相対移動との合成運動の、溶接進行方向に対する速度成分が0となる点である。溶接進行方向に対する合成速度が0となる点が1点しか存在しない場合、 $\alpha=0$ とする。走査が円運動の場合には、パラメータ $\alpha$ は、前記式(b)で与えられる。

【0017】 $\alpha=0$ に近い場合、図3に示す軌跡となり、 $\alpha=5$ に近い場合、図4に示すような軌跡となる。なお図3は溶接速度5m/min、ビームの走査を直径0.5mm、周波数55Hzの円運動としたとき、図4は溶接速度2.5m/min、ビームの走査を直径1.5mm、周波数150Hzの円運動としたときの軌跡を示している。 $\alpha>0$ に制限したのは、レーザビームの軌跡を十分に重ね、溶融金属の攪拌を行うために必要となるからであり、また $\alpha\leq 5$ と制限したのは、 $\alpha>5$ となると $\alpha$ が大きくなるに従ってスパッタの発生が激しくなり、良好な溶接が行えなくなるからである。

【0018】また、レーザビームの走査を長軸と短軸の交点を基準軸とする楕円とすることによっても同様の効果を得ることができる。この時、楕円の長軸を溶接進行方向に合わせることによって、溶融金属の攪拌をより効果的に行うことができる。すなわち、基準軸3に対するレーザビームの光軸7の走査を、基準軸3に対するめっき鋼板の移動方向に長軸を持ち、直角方向に短軸を持つ楕円とし、かつ短径が長径の0.2倍以上とする。

【0019】さらにこの場合望ましくは、基準軸を長軸と短軸の交点とするレーザビームの光軸7の楕円運動を、下記式(a)を満足する長径 $2R_L$ 、周波数 $\nu$ で行う。

$$0 < \alpha \leq 5 \quad \dots \dots (a)$$

$$\text{ただし、} \alpha = (1 - \beta^2)^{0.5} / (\pi \beta) + (\sin^{-1}(\beta)) / \pi - 1/2$$

$$\text{ここで、} \beta = V_0 / (2\pi \nu R)$$

$V_0$  : 基準軸に対するめっき鋼板の相対移動の速度

$\nu$  : 基準軸に対する光軸の円運動の周波数

$2R_L$  : 基準軸に対する光軸の楕円運動の長径

$\pi$  : 円周率

【0020】楕円運動の場合に、長径と短径の比を短径/長径 $\geq 0.2$ としたのは、短径が小さくなりすぎると、溶接進行方向への単純な振動に近づき、スパッタが激しくなって良好な溶接ができなくなるからである。

【0021】さらに、例えば図5のように、走査パターンを8の字状にすることも欠陥抑制には有効である。すなわち、レーザビームの光軸の走査をめっき鋼板の移動方向を8の字の横方向とし、8の字の中心点を基準軸とする8の字運動とする。8の字パターンは、溶接進行方向と、これに直角方向への走査を周期をもった運動、例えば単振動とし、溶接進行方向への走査の周波数をこれに直角方向への走査の周波数の2倍とし、位相を所定にすることにより実現できる。なお図5は溶接速度3.6m/min、基準周波数50Hz、溶接進行方向への走査幅3mm、直角方向への走査幅1mmの軌跡を示している。この走査パターンでは、めっき鋼板上でのレーザビーム光軸の軌跡の重なりが大きくなってもスパッタが生じ難く、特に厚目付のめっき鋼板の重ね溶接に有利である。

【0022】

【実施例】

実施例1

表1は、レーザ出力5kW、溶接速度3m/minで、レーザビームを円状に走査し、周波数と直径を変えて亜鉛めっき鋼板を溶接した結果を示している。レーザビームの集光スポット径は0.5mmである。溶接欠陥の有無判定にはX線透過試験と引張試験を併用して行った。溶接品質の判定基準として、X線透過試験で欠陥が認められず、かつ溶接継手の強度が母材に比較して低下していないものを優、強度低下はほとんど認められないもののX線透過試験で若干の欠陥が認められるものを良、強度が著しく低下するか又はX線透過試験で欠陥の認められたものを不良とした。本発明の方法によるものはいずれも良以上の結果になっているが、特にパラメータ $\alpha$ の条件も満足するものは優の結果となっている。

【0023】

【表1】

記号	周波数 (Hz)	走査直径 (mm)	走査直径 ／集光スポット径	パラメータ $\alpha$	溶接品質	備考
A 1	50	0	0	—	不良	比較例
A 2	50	0.08	0.16	0	不良	比較例
A 3	50	0.1	0.2	0	良	本発明
A 4	50	0.5	1	0.1	優	本発明
A 5	50	1.0	2	0.6	優	本発明
A 6	50	4.0	8	3.5	優	本発明
A 7	50	5.0	10	4.5	優	本発明
A 8	50	6.0	12	5.5	不良	比較例
A 9	100	0.5	1	0.6	優	本発明
A10	100	1.0	2	1.5	優	本発明
A11	100	2.0	4	3.5	優	本発明
A12	150	0	0	—	不良	比較例
A13	150	0.5	1	1.0	優	本発明
A14	150	1.0	2	2.5	優	本発明
A15	150	2.0	4	5.5	良	本発明
A16	150	5.0	10	14.5	良	本発明
A17	150	6.0	12	17.5	不良	比較例
A18	300	0	0	—	不良	比較例
A19	300	0.1	0.2	0.2	優	本発明
A20	300	0.5	1	2.5	優	本発明
A21	300	1.0	2	5.5	良	本発明
A22	300	2.0	4	11.5	良	本発明
A23	300	6.0	12	35.5	不良	比較例

## 【0024】実施例2

表2は、レーザ出力5kW、溶接速度4m/minで、レーザビームを溶接進行方向に長い楕円状に走査し、周波数と直径を変えてアルミめっき鋼板を溶接した結果を示している。レーザビームの集光スポット径は0.5mmである。溶接部の品質を比較するために、溶接ビードと直角方向に応力を印可して重ね継手の引張試験を実施した。品質の判定基準は、適用対象にも依存するが、こ

こでは、同じサイズの母材引張強度と同等以上の強度であれば優、母材強度の90%以上の強度で良、90%未満の強度で不良と判定している。本発明の方法によるものはいずれも良以上の結果になっているが、特に短径と長径の比およびパラメータ $\alpha$ の条件も満足するものは優の結果となっている。

## 【0025】

【表2】

記号	周波数 (Hz)	走査径(mm)		短径	長径	短径	パラメータ $\alpha$	溶接品質	備考
		長径	短径	長径	スポット径	スポット径			
B 1	100	0.2	0.05	0.25	0.4	0.1	0	不良	比較例
B 2	100	0.2	0.1	0.5	0.4	0.2	0	良	本発明
B 3	100	0.5	0.05	0.1	1.0	0.1	0.32	不良	比較例
B 4	100	0.5	0.1	0.2	1.0	0.2	0.32	優	本発明
B 5	100	1.0	0.05	0.05	2.0	0.1	1.0	不良	比較例
B 6	100	1.0	0.1	0.1	2.0	0.2	1.0	良	本発明
B 7	100	1.0	0.2	0.2	2.0	0.4	1.0	優	本発明
B 8	100	1.0	0.5	0.5	2.0	1.0	1.0	優	本発明
B 9	100	2.0	0.5	0.25	4.0	1.0	2.5	優	本発明
B 10	100	5.0	0.5	0.1	10.0	1.0	7.0	良	本発明

## 【0026】実施例3

レーザービームを8の字に運動させるため、基準角速度 $\omega$ で振動させ（この振動方向をX方向とする）つつ、これに直角方向（Y方向とする）に2倍の高調波でレーザービームを走査した。すなわち、走査基準軸に対する座標値が、

$$x = R_p \sin(\omega t)$$

$$y = R_L \sin(2\omega t)$$

の関数で与えられるレーザービームの走査を行い、鉛めつ

き材のレーザー重ね溶接を行った。なお上式における $R_p$ 、 $R_L$ は $2R_p$ が8の字の上下方向長さ、 $2R_L$ が8の字の幅に相当する。めっき材の板厚は0.8mmである。レーザー出力は3kW、走査基準軸に対するワークの相対送り速度は3m/minである。溶接部の品質評価判定方法は、実施例1と同じである。本発明の方法によるものはいずれも優の溶接結果となった。

## 【0027】

## 【表3】

記号	基準周波数 (Hz) $\nu = \omega / 2\pi$	走査径(mm)		最大走査幅	最小走査幅	溶接品質	備考
		$2R_p$	$2R_L$	スポット径	スポット径		
C 1	50	1.0	0.05	2	0.1	不良	比較例
C 2	50	1.0	0.1	2	0.2	優	本発明
C 3	50	1.0	0.5	2	1	優	本発明
C 4	50	2.0	0.5	4	1	優	本発明
C 5	50	5.0	0.5	10	1	優	本発明
C 6	50	6.0	0.5	12	1	不良	比較例
C 7	75	1.0	1.0	2	2	優	本発明
C 8	75	1.0	2.0	4	2	優	本発明
C 9	75	0.5	2.0	4	1	優	本発明
C 10	75	0.5	6.0	12	1	不良	比較例
C 11	75	0.05	6.0	12	0.1	不良	比較例

## 【0028】

【発明の効果】本発明によれば、めっき種、目付量に関わらず、めっき鋼板の重ねレーザー溶接において、良好な溶接部品質を簡便に実現することが可能であり、産業上、その効果は大である。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】レーザービームの走査範囲の説明図

【図2】レーザービーム光軸の鋼板上での軌跡を示すグラフ

【図3】 $\alpha \approx 0$ の時の、レーザービーム光軸の鋼板上での軌跡を示すグラフ

【図4】 $\alpha \approx 5$ の時の、レーザービーム光軸の鋼板上での軌跡を示すグラフ

【図5】8の字運動でのレーザービーム光軸の鋼板上での軌跡を示すグラフ

## 【符号の説明】

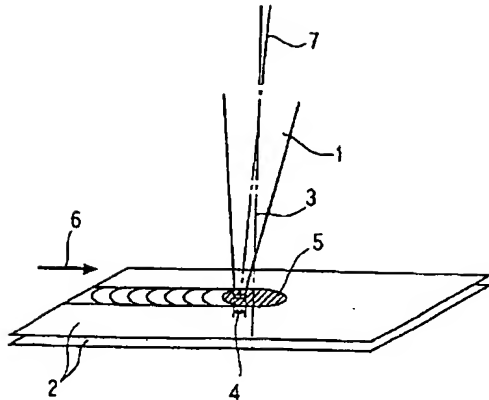
1 レーザービーム

2 めっき鋼板

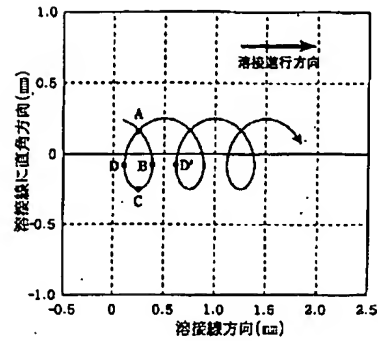
- 3 基準軸  
4 集光スポット径  
5 走査範囲

- 6 めっき鋼板と基準軸の相対運動の方向  
7 レーザビームの光軸

【図1】

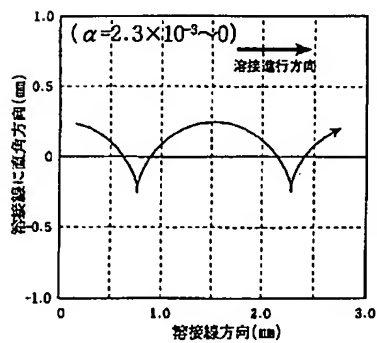


【図2】

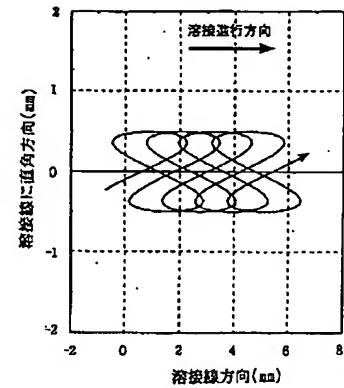
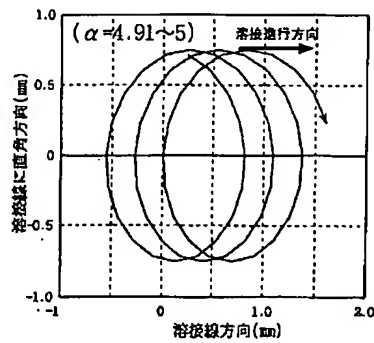


【図5】

【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 小原 昌弘  
千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式  
会社技術開発本部内

(72)発明者 宮崎 康信  
千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式  
会社技術開発本部内



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**